
NORMA CUBANA

NC

ISO 1920- 5: 2012
(Publicada por la ISO en 2004)

**ENSAYOS AL HORMIGÓN — PARTE 5: OTRAS
PROPIEDADES EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO
DIFERENTES A LA RESISTENCIA
(ISO 1920-5:2004, IDT)**

Testing of concrete — Part 5: Properties of hardened concrete other than strength

ICS: 91.100.30

1. Edición Octubre 2012
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba.
Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio
Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 37 de Hormigón Reforzado y Morteros, en el cual están representadas las siguientes entidades:
 - Ministerio de la Construcción (MICONS)
 - Empresa Nacional de Investigaciones Aplicadas (ENIA)
 - Empresa Productora de Prefabricados de Ciudad Habana
 - Empresa de Tecnologías Industriales de la Construcción (TICONS)
 - Grupo Empresarial Industrial de la Construcción (GEICON)
 - Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción (CTDMC)
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR)
 - Ministerio del Transporte (MITRANS)
 - Grupo Empresarial (AZCUBA)
 - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría (ISPJAE)
 - Oficina Nacional de Normalización (ONN)

- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la versión en inglés de la Norma Internacional ISO 1920-5:2004 *Testing of concrete – Part 5: Properties of hardened concrete other than strength*.

- Sustituye a la NC 248: 2005 Hormigón endurecido – Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión y a la NC-ISO 6275: 2005 Hormigón endurecido – Determinación de la densidad.

- Incluye los Anexos A y B (Informativos)

© NC, 2012

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

ENSAYOS AL HORMIGÓN — PARTE 5: OTRAS PROPIEDADES EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO DIFERENTES A LA RESISTENCIA

1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica los procedimientos de ensayos para otras propiedades en el hormigón endurecido diferentes a la resistencia.

2 Referencias normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. Para las no fechadas se toma en cuenta la última edición de la norma de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

NC-ISO 1920-3 Ensayos al hormigón. Parte 3: Elaboración y curado de probetas para ensayos.

3 Definiciones

A los efectos de esta norma se aplica la siguiente definición.

3.1 densidad

Es la relación entre la masa de una cantidad dada de hormigón endurecido y su volumen.

NOTA: La densidad se expresa en kilogramos por metros cúbicos.

4 Determinación de la densidad del hormigón endurecido

4.1 Generalidades

Este método de ensayo se aplica a hormigones de densidad normal, alta y a hormigones ligeros.

La densidad del hormigón endurecido se diferencia según su estado en:

- Tal como es recibido
- Estado saturado hasta peso constante
- Estado seco en estufa hasta peso constante

Se determina la masa y el volumen de la muestra de hormigón endurecido y se calcula la densidad.

4.2 Equipos

4.2.1 Pie de rey y reglas: capaz de determinar las dimensiones de una muestra en un rango de $\pm 0,5$ %.

4.2.2 Balanza: equipada con cestillo para pesar la muestra en el aire y en el agua con una exactitud de 0,1 % de la masa (Ver Figura 1).

4.2.3 Tanque de agua: fijado con un dispositivo para mantener el agua a un nivel constante y de suficiente tamaño para permitir que la muestra en el cestillo quede completamente sumergida a una profundidad constante (Ver Figura 1).

4.2.4 Estufa ventilada: para que la temperatura se mantenga a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

4.3 Muestra de ensayo

El volumen mínimo de una muestra debe ser de 1l. Si el tamaño nominal máximo del árido excede los 25 mm, el volumen mínimo de la muestra, en milímetros cúbicos, no deberá ser menor que $50 D^3$, donde D es el tamaño nominal máximo del árido grueso.

Normalmente toda la muestra debe ser utilizada tal como se recibió para la determinación de la densidad.

Si la forma o el tamaño de una muestra es tal que no es posible utilizarla completa, se cortará una muestra menor que esté conforme con los requisitos.

4.4 Procedimiento

4.4.1 General

4.4.1.1 Calibración del equipo

El equipo utilizado deberá estar debidamente calibrado. La balanza, el dispositivo para pesar las muestras en agua y la estufa deben calibrarse al menos una vez al año.

4.4.1.2 Determinación de la masa

Esta parte de la NC-ISO 1920 permite tres condiciones bajo las cuales la masa de una muestra puede ser determinada:

- a) Tal como es recibida,
- b) Saturada de agua hasta peso constante;
- c) Seca en estufa hasta peso constante.

4.4.1.3 Determinación del volumen

Esta parte de la NC-ISO 1920 presenta tres métodos para la determinación del volumen de la muestra:

- a) por desplazamiento de agua (método de referencia);
- b) por cálculo, utilizando las mediciones reales de las muestras;

c) por cálculo, para cubos utilizando las dimensiones nominales verificadas.

4.4.2 Masa de la muestra tal como es recibida

Pese la muestra tal como es recibida, con una exactitud de 0,1 % de la masa de la muestra.

Registre el valor como m_r , expresado en kilogramos.

4.4.3 Masa de la muestra saturada de agua

Sumerja la muestra en agua a $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta que el cambio de masa sea menor que 0,2 % en 24 horas y cada vez que vaya a pesar, seque el agua superficial de la misma con un paño húmedo.

Las muestras de hormigón de peso normal curadas continuamente en agua por al menos 72 horas deben asumirse antes de ensayarse que satisfacen estos requisitos.

Registre el valor de la masa saturada como m_s , expresado en kilogramos.

4.4.4 Masa de la muestra seca en estufa

Seque la muestra en una estufa con sistema de ventilación a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta que el cambio de la masa sea menor que 0,2 % en 24 horas. Antes de cada pesada, enfríe la muestra hasta un valor cercano a la temperatura de la habitación en un recipiente hermético o en un desecador.

Registre el valor de la masa seca en la estufa como m_o , expresado en kilogramos.

4.4.5 Volumen obtenido por desplazamiento de agua

4.4.5.1 Generalidades

Este método es adecuado para muestras de cualquier forma y es el único para muestras de forma irregular.

La muestra estará en condiciones saturadas.

Este método no es adecuado para muestras de hormigón sin finos, hormigones elaborados con áridos de peso ligero que flotan en el agua, hormigones de grandes poros, o muestras cuyo contenido de humedad no se pueda alterar. Sin embargo, el método se podrá utilizar si se le aplica a la muestra una capa impermeable.

4.4.5.2 Masa en agua

Deje que el dispositivo hidrostático de la balanza alcance el equilibrio. Asegúrese que el cestillo vacío que cuelga de la balanza esté completamente sumergido en el tanque de agua y que no toque la parte inferior del tanque.

Registre la profundidad de la inmersión del cestillo y su masa aparente como m_{st} , en kilogramos.

Coloque la muestra en el cestillo y sumérgalo completamente en agua a la misma profundidad que el cestillo vacío.

Tenga cuidado de evitar burbujas de aire en los bordes de la muestra y en el cestillo.

Pese la muestra sumergida completamente y el cestillo. Registre la masa aparente ($m_{st}+m_w$) en kilogramos, donde m_w es la masa aparente de la muestra sumergida en kilogramos.

4.4.5.3 Masa en aire

Extraiga la muestra del cestillo y elimine del agua excedente de las superficies utilizando un paño húmedo. Pese la muestra en la balanza.

Registre la masa de la muestra al aire como m_a , en kilogramos.

4.4.5.4 Cálculo del volumen

Calcule el volumen de la muestra utilizando la ecuación (1):

$$V = \frac{m_a - [(m_{st} + m_w) - m_{st}]}{\rho_w} \quad \text{ecuación (1):}$$

donde

V : es el volumen de la muestra, en metros cúbicos;

m_a : es la masa de la muestra al aire, en kilogramos;

m_{st} : es la masa aparente del cestillo sumergido, en kilogramos;

m_w : es la masa aparente de la muestra sumergida, en kilogramos;

ρ_w : es la densidad del agua a 20 °C tomado como 998 kg/m³

4.4.6 Volumen utilizando las mediciones reales

Para el cálculo del volumen serán utilizadas solamente las muestras prismáticas o cilíndricas intactas.

Donde no existe documentación para determinar que una muestra ha sido fundida en un molde calibrado, cada dimensión deberá ser medida de acuerdo a la NC-ISO 1920-3.

El promedio de las mediciones reales tomadas y registradas para cada dimensión deberá ser utilizado para calcular el volumen de la muestra, V , en metros cúbicos, redondeados a cuatro dígitos significativos.

4.4.7 Volumen utilizando las dimensiones nominales verificadas

Para el cálculo del volumen serán utilizadas solamente las muestras prismáticas o cilíndricas intactas.

Donde existe documentación que demuestre que las muestras han sido elaboradas en moldes calibrados (Ver NC-ISO 1920-3), será necesario solamente chequear que cada dimensión se encuentre dentro de $\pm 0,5$ % del tamaño nominal.

El volumen de la muestra, **V**, deberá ser calculado de las dimensiones nominales y expresadas en metros cúbicos, redondeados a cuatro dígitos significativos.

4.5 Resultado del ensayo

Calcule la densidad utilizando el valor determinado por la masa de la muestra y su volumen, mediante la ecuación (2):

$$D = \frac{m}{V} \quad \text{ecuación (2):}$$

donde

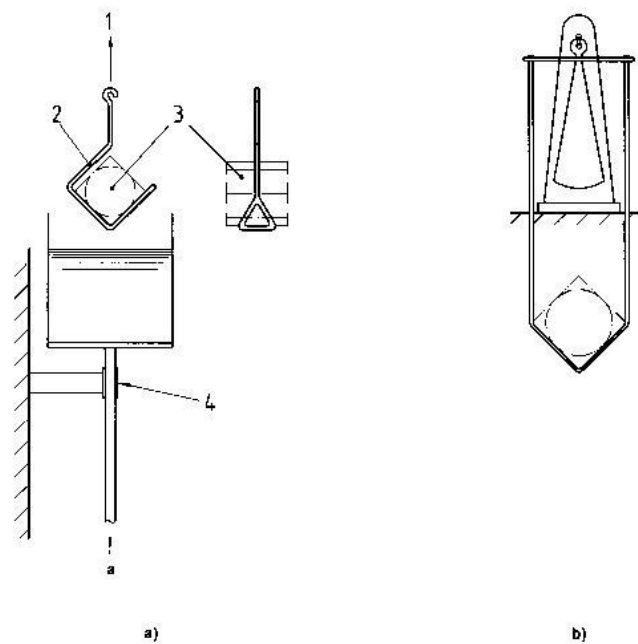
D: es la densidad relacionada a la condición de la muestra y al método de la determinación del volumen, expresada en kilogramos por metro cúbico;

m : es la masa de la muestra en su condición al momento del ensayo, en kilogramos;

V: es el volumen determinado por el método particular, en metros cúbicos.

Registre la condición de la muestra en el momento del ensayo (Ver 4.4.1.2) y el método utilizado para la determinación del volumen de la muestra (Ver 4.4.1.3).

Expresar el resultado de la determinación de la densidad a los 10 kg/m³ más cercanos.



Leyenda

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Balanza | 3. Muestra de hormigón |
| 2. Cestillo | 4. Guía |
| ^a . el tanque de agua se mueve verticalmente | |

Figura 1 — Disposición típica del cestillo para la determinación del volumen de las muestras de hormigón por desplazamiento de agua — Cestillo suspendido por debajo del mecanismo de la balanza a) y Forma alterna del cestillo suspendido por encima del mecanismo de la balanza b)

4.6 Informe del ensayo

Además de los requisitos del apartado 6, el informe de ensayo debe incluir lo siguiente:

- Descripción de la muestra. Por ejemplo: cubo de 100 mm de lado, muestra testigo perforada de 150 mm diámetro, etc.
- Condición de la muestra en el momento del ensayo (tal como es recibida/saturada/seca en estufa)
- Hora/fecha de determinación de la masa y el volumen
- Masa de la muestra
- Método de determinación del volumen (dimensiones nominales verificadas/mediciones reales/desplazamiento de agua)
- Volumen de la muestra
- Densidad calculada de la muestra.

5 Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión

5.1 Principio

El método determina la profundidad de penetración del agua bajo presión en el hormigón endurecido que ha sido curado en agua.

El agua se aplica bajo presión a la superficie del hormigón endurecido. La muestra se divide y después se mide y registra la profundidad de penetración del frente de agua.

5.2 Equipamiento

5.2.1 Equipamiento de ensayo, consiste en cualquier equipamiento en el que se pueda colocar una muestra de ensayo, de dimensiones conocidas, colocada de manera tal que la presión de agua pueda actuar en el área de ensayo y sea monitoreada continuamente.

Un ejemplo del dispositivo de ensayo se muestra en la Figura 2.

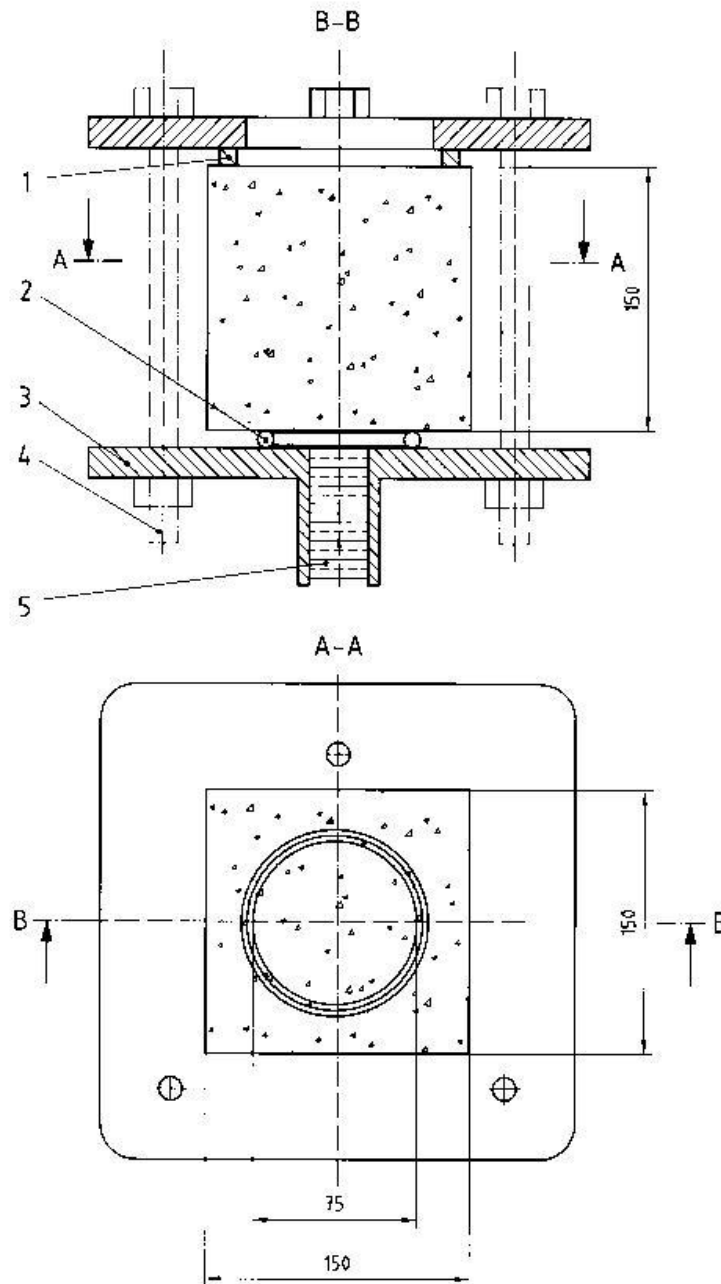
Es preferible que el equipo permita que se observen las otras caras de la muestra de ensayo.

La presión de agua puede ser aplicada a la superficie de la muestra de ensayo por la parte superior ó por la inferior.

Un sello, hecho de goma u otro material similar, debe utilizarse para proporcionar un adecuado sellaje.

La dimensión del área de ensayo debe ser aproximadamente la mitad de la longitud del borde o del diámetro de la superficie de ensayo.

5.2.2 Cepillo de alambre



Leyenda

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Soporte | 4. Tirante atornillado |
| 2. Anillo de estanqueidad | 5. Agua bajo presión |
| 3. Base atornillada | |

Figura 2 — Ejemplo de dispositivo de ensayo

5.3 Muestra de ensayo

La muestra deberá ser cúbica, cilíndrica o prismática de longitudes de bordes o diámetro no menor que 150 mm. Las muestras perforadas o cortadas también pueden ser utilizadas.

La relación de la altura a la longitud del borde (o de la altura al diámetro) deberá ser mayor que o igual a 0,5, pero la altura no deberá ser menor que 100mm.

Mientras que las dimensiones de la muestras deben estar de acuerdo con NC-ISO 1920-3, las tolerancias no son importantes para este ensayo.

NOTA: Es recomendable que cuando se requiera comparar resultados de un mismo lote, las muestras utilizadas tendrán las mismas dimensiones y serán obtenidas por el mismo procedimiento.

5.4 Procedimiento

5.4.1 Preparación de la muestra de ensayo

La muestra de ensayo debe estar curada en agua de acuerdo a la NC ISO 1920-3

NOTA: Es recomendable para realizar los ensayos extraer las muestras del tanque de curado no menos de 24 horas antes de iniciar el ensayo.

Comience el ensayo cuando las muestras tengan al menos 28 días. Inmediatamente después que la muestra se desmolde, raspe la superficie a ser expuesta a la presión de agua con un cepillo de alambre.

NOTA: A las muestras de ensayo perforadas se les podrá suprimir la capa superficial mediante el corte por una sierra, para lograr mayor estanqueidad y una superficie de ensayo lo más uniforme posible para la aplicación de la presión de agua. No obstante, se pondrá áspera la superficie a ser expuesta a la presión de agua, con un cepillo de alambre.

5.4.2 Aplicación de la presión de agua

El agua utilizada deberá ser potable.

Coloque la muestra en el equipo y aplique una presión de agua de 500 kPa \pm 50 kPa durante 72 h \pm 2 h.

No aplique la presión de agua a superficie frotada de una muestra.

Durante el ensayo, observe periódicamente la apariencia de las superficies de una muestra de ensayo no expuesta a la presión de agua para observar la presencia de agua. Si se observa un salidero, registre el hecho y considere la validez del resultado.

5.4.3 Inspección de la muestra

Después que se haya aplicado la presión de agua durante $72 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, extraiga la muestra del equipo. Limpie la cara sobre la cual la presión de agua fue aplicada para eliminar el exceso de agua.

Inmediatamente divida la muestra a la mitad, perpendicular a la cara sobre la cual se le aplicó la presión de agua. Cuando divida la muestra y durante la inspección, coloque la cara de la muestra expuesta a la presión de agua en la parte inferior.

Tan pronto como se haya secado la cara dividida en toda su extensión de modo que el frente de penetración de agua pueda ser visto claramente, marque el frente del agua sobre la muestra.

El frente del agua debe ser comparado con los frentes de penetración de agua (véase Figura 3).

Si el frente del agua es aceptable, mida la profundidad máxima de penetración bajo el área de ensayo y regístrelo al milímetro más cercano.

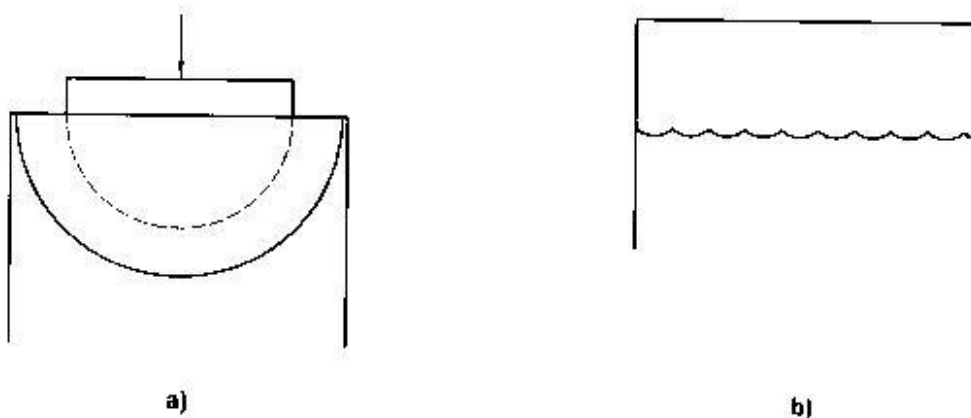


Figura 3 — Frentes de agua — Aceptable a) y no aceptable b)

5.5 Resultado de ensayo

La profundidad máxima de penetración es el resultado del ensayo, expresada al milímetro más cercano.

5.6 Informe del ensayo

Además de los requisitos del apartado 6, el informe de ensayo incluirá lo siguiente:

- Fecha de comienzo del ensayo
- Dirección de la aplicación de la presión de agua (en la parte inferior o superior de la muestra, perpendicular o paralelo a la dirección de hormigonado)

- Cualquier desviación del frente de penetración de agua de los aceptables
- Profundidad máxima de penetración en mm
- Cualquier salidero y consideración de la validez del resultado (si es apropiado)
- Curva de penetración del frente
- Edad de la muestra cuando se ensaye.

6 Informe de Ensayo

El informe de ensayo incluirá además de los requisitos para cada método de ensayo lo siguiente:

- a) Identificación de la muestra de ensayo
- b) Localización del lugar de ensayo
- c) Hora/fecha de la recepción de la muestra
- d) Cualquier desviación de los métodos de ensayo normalizados
- e) Declaración por el responsable técnico que el ensayo fue llevado a cabo de acuerdo con la NC- ISO 1920-5, excepto lo observado en 6 d.

Anexo A
(Informativo)

Precisión para el método de determinación de la densidad

Los datos de la precisión se brindan en la **Tabla A.1**. Esto se aplica a las mediciones de densidad en el rango de 2300 kg/m³ a 2400 kg/m³ elaborado en cubos de hormigón tomados de la misma muestra y bajo las condiciones de que cada resultado de ensayo sea obtenido de una sola determinación de densidad saturada de un solo cubo. Ello indica la variabilidad que ocurre cuando se muestrean, se elaboran y se curan los cubos (de acuerdo con NC ISO 1920-3), así como, en las mediciones de sus densidades.

Tabla A.1 — Datos de precisión para las mediciones de la densidad saturada del hormigón endurecido

Método de ensayo	Condiciones de repetibilidad		Condiciones de reproducibilidad	
	S_r kg/m ³	r kg/m ³	S_R kg/m ³	R kg/m ³
Por cálculo:				
100 mm cubos	13,9	39	20,5	57
150 mm cubos	9,9	28	20,5	57
Por desplazamiento de agua:				
100 mm cubos	6,5	18	12,8	36
150 mm cubos	6,4	18	10,6	30

NOTA 1: La diferencia entre dos resultados de ensayos de la misma muestra por un operador utilizando el mismo equipo con el más corto intervalo de tiempo excederá el valor de repetividad r del promedio en no más de una vez en 20 casos en la operación correcta y normal del método.

NOTA 2: Los resultados sobre la misma muestra obtenida en el más corto intervalo de tiempo por dos operadores utilizando su propio equipo diferirán por el valor de reproducibilidad R del promedio en no más de una vez en 20 casos en la operación correcta y normal del método.

NOTA 3: Para más información en la precisión y las definiciones de los términos estadísticos utilizados junto con la precisión, vea la ISO 5725¹

¹ ISO 5725 (todas las partes), Exactitud (veracidad y precisión) de métodos de medición y resultados. Para la Parte 1, (Ver NC-ISO 5725-1:2005).

Anexo B
(Informativo)

Ejemplo de informes de ensayos

B.1 Ejemplo de los Informes de ensayos de la densidad del hormigón endurecido

Cliente

Laboratorio de ensayo

Ref. de la acreditación del Informe de Ensayo: _____

Lugar del Ensayo

Muestra

Identificación de la muestra:

Fecha y hora de recepción:

Descripción de la muestra:

Anomalías:

Detalles de la preparación de la muestra:

Fecha/hora de la determinación de la masa y el volumen:

Determinación de la masa

Condición de la muestra en el momento del ensayo: tal como es recibida/saturada/seca en estufa

Masa de la muestra (kg) (m_a , m_s o m_o):

kg

Determinación del volumen

Método de determinación del volumen: dimensiones nominales verificadas/dimensiones reales (medidas)/desplazamiento

Dimensiones nominales verificadas²

Referencia a la calibración del molde

Medidas de confirmación:

x

x

mm

Mediciones reales³

Dimensión medida:

x

x

mm

Volumen de la muestra:

m^3

² Elimine cuando sea necesario

³ Elimine cuando sea necesario

Desplazamiento de agua²

Masa aparente del cestillo sumergido	(m _{st}):	kg
Masa aparente del cestillo + la muestra sumergida	(m _{st} +m _w):	kg
Masa aparente de la muestra	(m _w):	kg
Masa de la muestra al aire	(m _a):	kg

Volumen de la muestra = $\frac{m_a - [(m_{st} + m_w) - m_{st}]}{998}$: m³

Determinación de la densidad

La densidad de la muestra en condiciones tal como es recibida/saturada/seca con una determinación del volumen por las dimensiones nominales verificadas/dimensiones reales/desplazamiento*

$D = \frac{m}{V}$: kg/m³

Excepciones que se llevaron a cabo con respecto a la NC ISO 1920-5.

Responsabilidad técnica

Responsable: Nombre: Cargo:

Firma:

Identificación del informe de ensayo

Informe de ensayo No: Fecha de entrega:

B.2 — Ejemplo del informe de ensayo de la profundidad de la penetración de agua

Cliente

Laboratorio de ensayo

Ref. de la acreditación del Informe de Ensayo: _____
--

Lugar del Ensayo

Datos del Ensayo

Identificación de la muestra: _____ Fecha de recepción: _____
Descripción: _____
Dimensiones: _____
Edad (si es conocida) en el momento del ensayo: _____ días

Ensayo

Fecha del comienzo del ensayo: _____
Dirección de la aplicación de la presión de agua: _____

Localización del salidero (si existe) _____ tiempo observado: _____
Consideración de la validez del resultado del ensayo: _____

Resultado del ensayo

Profundidad máxima de la penetración de agua:

mm

Cualquier desviación con la Norma Internacional:
Excepciones que se llevaron a cabo con respecto a la NC ISO 1920-5

Responsabilidad técnica

Responsable: _____ Nombre: _____ Cargo: _____
Firma: _____

Identificación del informe de ensayo

Informe de ensayo No: _____
Fecha de entrega: _____

NOTA: Incluir la curva de penetración